



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 55 291 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 M 8/04**

⑳ Aktenzeichen: 199 55 291.6  
㉔ Anmeldetag: 17. 11. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 25. 5. 2000

③① Unionspriorität:  
10-327987 18. 11. 1998 JP

⑦① Anmelder:  
Kabushiki Kaisha Toyoda Jidoshokki Seisakusho,  
Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:  
HOEGER, STELLRECHT & PARTNER  
PATENTANWÄLTE GBR, 70182 Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Ban, Takashi, Kariya, Aichi, JP; Kawaguchi, Ryuta,  
Kariya, Aichi, JP; Kimbara, Masahiko, Kariya, Aichi,  
JP; Kubo, Hidehito, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Brennstoffzellensystem mit gemeinsamem Spiralkompressor- und Spiralregenerator

⑤⑦ Ein Brennstoffzellensystem umfaßt eine Brennstoffzelle, einen Motor, einen Spiralkompressor, der mit der Luft-einspeisleitung der Brennstoffzelle verbunden ist, sowie einen Spiralregenerator, der mit der Luftausstoßleitung der Brennstoffzelle in Verbindung steht. Der Kompressor und der Regenerator weisen eine gemeinsame bewegliche Spirale auf, die betriebsmäßig an die Motorausgangswelle angekoppelt ist. Die bewegliche Spirale besitzt eine gemeinsame Basisplatte, wobei eine erste Spiralwand auf einer Seite dieser Basisplatte angeordnet ist und in eine Spiralwand einer stationären Spirale des Kompressors eingreift und eine zweite Spiralwand auf der anderen Seite dieser gemeinsamen Basisplatte angeordnet ist und in die Spiralwand einer stationären Spirale des Regenerators eingreift. Diese Anordnung vereinfacht die Konstruktion und erleichtert eine Leistungsunterstützung des Kompressors.

DE 199 55 291 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, bei dem die Rückgewinnung von Druckenergie aus einem Abgas durch Expansion des Abgases in einen Regenerator, nachdem Sauerstoff in einer Brennstoffzelle verbraucht wurde, möglich und die zurückgewonnene Energie zur Unterstützung des Antriebs eines Kompressors ausnutzbar ist.

Aus der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung (Kokai) No. 7-14599 ist ein Brennstoffzellensystem bekannt. Fig. 5 der vorliegenden Anmeldung zeigt einen solchen Stand der Technik, wobei Luft, die durch eine Luftspeisleitung 60 einer Brennstoffzelle 63 zugeführt wird, nachdem sie von einem durch einen Elektromotor 61 angetriebenen Kompressor 62 auf einen bestimmten Druck gebracht wurde. In der Brennstoffzelle wird Sauerstoff aus der eingespeisten Luft verbraucht, und es wird ein Abgas aus dem System zur Atmosphäre hin abgegeben, nachdem es in einem Expander 65 ausgedehnt oder entspannt wurde, der seinerseits über eine gemeinsame Welle 64 an den Kompressor 62 und Motor 61 angekoppelt ist.

Das dabei produzierte, im Abgas enthaltene Wasser wird von Flüssigkeitsseparatoren 67 und 68, die in einer Luftauslaßleitung 66 vorgesehen sind, abgetrennt und in einem offenen Reservoir 69 angesammelt, von dem das gespeicherte Wasser von einer Pumpe 70 einer Strahldüse 71 zugeführt und in die Luftspeisleitung 60 injiziert wird, um die Prozeßluft anzufeuchten.

Es ist sehr effizient, das produzierte, im Abgas der Brennstoffzelle 63 enthaltene Wasser abzutrennen und zum Zwecke einer Anfeuchtung der Prozeßluft aufzusammeln. Dieses Wasser ist nicht nur nutzbar zur Aufrechterhaltung der Protonenleitfähigkeit einer Kationenaustauschermembran in der Brennstoffzelle 63, sondern auch für das Kühlen und Schmieren des Kompressors 62. In dieser Hinsicht ist es bei einem Kompressor des Spiraltyps besonders vorteilhaft, das angesammelte Wasser in der beschriebenen Weise auszunutzen, und es gab bereits zahlreiche Vorschläge zur Verbesserung von Spiralkompressoren und Spiralexpondern.

Wenn jedoch die restliche (Druck-)Energie, die im Abgas aus der Brennstoffzelle verbleibt, durch den Expander, auch "Regenerator" genannt, umgewandelt und über die gemeinsame Welle dem Kompressor zugeleitet wird, entsteht zwischen dem Druck der aus dem Kompressor ausgestoßenen Luft und dem Druck des in den Regenerator eingeführten Abgases eine Differenz, und zwar aufgrund eines Druckverlustes in der Brennstoffzelle, so daß das Abgas manchmal dazu gelangt, sich im Regenerator soweit auszudehnen, daß es subatmosphärischen Druck erreicht, was zu einem unerwünschten Energieverbrauch führt.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, das oben erwähnte Problem des Standes der Technik zu lösen, wobei jedoch die Vorteile eines Spiralkompressors und eines Spiralregenerators beibehalten werden sollen, und zwar durch Rückgewinnung der Restenergie aus dem Abgas einer Brennstoffzelle, um so den Kompressor zu unterstützen, ohne dabei jedoch nutzlos Leistung im Regenerator zu verbrauchen. Weiterhin soll der mechanische Wirkungsgrad der Anlage durch Vereinfachung des Aufbaus des Spiralkompressors und des Spiralregenerators verbessert werden.

Ein Brennstoffzellensystem gemäß der Erfindung umfaßt: eine Brennstoffzelle, die eine Luftspeisleitung und eine Gasauslaßleitung aufweist; einen in der Luftspeisleitung angeordneten Spiralkompressor, der eine stationäre Spirale und eine bewegliche Spirale einschließt; einen in der Gasauslaßleitung angeordneten Spiralregenerator, der eine stationäre Spirale und eine bewegliche Spirale einschließt; und einen Motor mit einer Ausgangswelle; wobei die bewegliche

che Spirale des Kompressors mit der beweglichen Spirale des Regenerators in der Weise einstückig ausgebildet ist, daß die bewegliche Spirale des Kompressors und die bewegliche Spirale des Regenerators eine gemeinsame Basisplatte haben und eine erste Spiralwand auf der einen und eine zweite Spiralwand auf der gegenüberliegenden Seite dieser Basisplatte verlaufen; wobei die erste Spiralwand mit der stationären Spirale des Kompressors und die zweite Spiralwand mit der stationären Spirale des Regenerators in Eingriff sind; und wobei die gemeinsame Basisplatte an die Ausgangswelle des Motors angekoppelt ist.

Da der Kompressor und der Regenerator, bei denen es sich jeweils um Spiralapparate handelt, in technisch sinnvoller Weise über das gemeinsame bewegliche Spiralglied, welches an die Motorausgangswelle angekoppelt ist, miteinander kombiniert sind, wird ein Luftspeismechanismus von hoher Einfachheit und exzellenter mechanischer Wirksamkeit erhalten, der sich insbesondere für das Brennstoffzellensystem eines Fahrzeuges eignet. Wenn das Druckverhältnis des Regenerators bei einem Wert eingestellt wird, bei dem eine ausreichende Kompensierung des Druckverlustes der zugeführten Luft, wie er in der Brennstoffzelle erzeugt wird, möglich ist, kann verhindert werden, daß sich das in den Regenerator eingeführte Abgas übermäßig auf subatmosphärischen Druck ausdehnt; mit anderen Worten: die Übertragung eines negativen Drehmoments auf die Motorausgangswelle aufgrund der Rotation des Regenerators kann vollständig vermieden werden, so daß eine wirksame Unterstützung des Kompressors erleichtert wird.

Wenn das System so ausgebildet ist, daß das vom Abgas abgetrennte Wasser zum Injektor des Spiralkompressors hingepumpt wird, ist es möglich, nicht nur die eingespeiste Luft anzufeuchten, sondern auch den Kompressor selbst in geeigneter Weise zu kühlen und zu schmieren. Wenn ferner der Spiralkompressor und Spiralregenerator so in Phase angeordnet sind, daß die Scheitelwerte ihrer Drehmomentänderung im wesentlichen miteinander zusammenfallen, wird die Kraft- oder Leistungsübertragung zwischen Kompressor und Regenerator weiterhin verbessert. Wenn darüber hinaus die Anzahl der Windungen der Spiralwände, welche an der Spirale des Kompressors und der Spirale des Regenerators ausgebildet sind, entsprechend eingestellt wird oder einstellbar ist, ist es möglich, in einfacher Weise ein passendes relatives Druckverhältnis in Abhängigkeit vom Druckverlust in der Brennstoffzelle zwischen Kompressor und Regenerator auszuwählen.

Die nachstehende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient im Zusammenhang mit beiliegender Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Brennstoffzellensystems gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine Schnittansicht eines Kompressors und eines Regenerators, wie sie im Brennstoffzellensystem in Fig. 1 verwendet sind;

Fig. 3 die Ansicht einer Arbeitskammer, die durch stationäre und bewegliche Spiralwände des Kompressors gebildet ist, und zwar zu einem Zeitpunkt, bei dem die Einlaßluft gerade in der Arbeitskammer eingeschlossen ist;

Fig. 4 die Ansicht einer Arbeitskammer, die durch stationäre und bewegliche Spiralwände des Regenerators gebildet ist, und zwar zu einem Zeitpunkt gerade bevor der Regenerator in Verbindung mit der Auslaßöffnung gelangt, nachdem die Entspannung aufgrund der Ausdehnung des Abgases stattgefunden hat; und

Fig. 5 eine schematische Ansicht mit der Darstellung der Anordnung eines Brennstoffzellensystems nach dem Stande der Technik.

Im Zusammenhang mit Fig. 1 wird nunmehr zunächst das dort schematisch dargestellte Brennstoffzellensystem kurz beschrieben.

Eine an sich bekannte Brennstoffzelle 1 umfaßt eine Elektrolytschicht, beispielsweise eine flache Plattenschicht, sowie Schichten einer Anode und einer Kathode, die zu beiden Seiten des Elektrolyts angeordnet sind. Betriebs- oder Prozeßluft wird der Brennstoffzelle 1 aus einem Kompressor C über eine Luftspeisungsleitung 2 zugeführt. Diese Luft passiert einen (nicht dargestellten) Anodenraum in der Brennstoffzelle 1 und wird dann über eine Luftauslaßleitung 3 aus der Zelle 1 ausgestoßen. Gas, welches reich an Wasserstoff oder mit Wasserstoff modifiziert ist, wird über eine (nicht dargestellte) Brennstoffzuführleitung in den Kathodenraum der Brennstoffzelle 1 eingeführt. Wenn der Wasserstoff in der Brennstoffzelle 1 mit dem in der Prozeßluft enthaltenen Sauerstoff reagiert, werden Wasser und Reaktionswärme wie auch elektrische Energie erzeugt. Daher wird ein Abgas, welches Wasserdampf enthält, aus der Brennstoffzelle 1 ausgestoßen.

Das Abgas wird in einen Regenerator (Expander) E eingeführt, nachdem Feuchtigkeit in einem in der Luftausstoßleitung 3 vorgesehenen Wasserabtrenntank 4 entfernt wurde, so daß restliche, im Abgas verbleibende Druckenergie zurückgewonnen werden kann. Der Regenerator E ist betriebmäßig an eine Ausgangswelle Mc eines Motors M gemeinsam mit dem Kompressor C angekoppelt, wobei erfindungsgemäß sowohl der Kompressor C als auch der Regenerator E Spiralmaschinen sind.

Die Beschreibung wird nunmehr anhand von Fig. 2 fortgesetzt.

In dieser Figur umfaßt der Motor M ein Gehäuse, einen Rotor Ma, einen Stator Mb und die Ausgangswelle Mc. Die Motorausgangswelle Mc wird über Lager 11, 12 von einer stationären Spirale 30 des Regenerators E und einer Stirnkappe 13 des Motors M abgestützt. Sowohl die Spirale 30 wie auch die Stirnkappe 13 sind Teil des Gehäuses. Eine bewegliche Spirale 40, die dem Kompressor C und Regenerator E gemeinsam ist, sitzt über ein Lager 15 drehbar auf einem Kurbelabschnitt 14 der Ausgangswelle Mc, die parallel zur Achse dieser Welle verläuft, und zwar mit einer Exzentrizität von vorgegebenem Ausmaß. Die bewegliche Spirale 40 umfaßt eine gemeinsame Basisplatte 40a, eine erste Spiralwand 40b, die auf einer Seite (in Fig. 2 der rechten Seite) der gemeinsamen Basisplatte 40a vorgesehen ist und einen Bestandteil des Kompressors C bildet. Eine zweite Spiralwand 40c verläuft auf der anderen Seite (in Fig. 2 der linken Seite) der gemeinsamen Basisplatte 40a und ist ein Bestandteil des Regenerators E. Die erste Spiralwand 40b und die zweite Spiralwand 40c sind mit der gemeinsamen Basisplatte 40a einstückig ausgebildet. Wenn die Motorausgangswelle Mc umläuft, erfährt die bewegliche Spirale 40 eine Orbital- oder Umlaufbewegung entlang einer Kreisbahn, deren Mittelpunkt auf der Achse der Ausgangswelle Mc liegt und die einen Radius gleich den Exzenterabstand hat. Die bewegliche Spirale 40 ist an einer Rotation um ihre eigene Achse durch einen Mechanismus gehindert, der eine Selbstrotation der Spirale 40 nicht zuläßt und später beschrieben wird. Somit erfolgt lediglich eine orbitale Drehung der Spirale 40 um die Mitte der Motorausgangswelle Mc.

Eine stationäre Spirale 20 des Kompressors C und eine stationäre Spirale 30 des Regenerators E sind gehäuseähnlich ausgebildet und an die von ihnen aufgenommenen bewegliche Spirale 40 angepaßt. An den Innenseiten der stationären Spiralen 20 und 30 sind jeweils stationäre Spiralwände 20a bzw. 30a ausgebildet, so daß die der Orbitalbewegung unterliegenden beweglichen Spiralwände 40b und 40c in Eingriff mit den stationären Spiralwänden 20a und

30a sind, wodurch für den Kompressor C eine Arbeitskammer 21 zwischen den Spiralwänden 20a und 40b und für den Regenerator E eine andere Arbeitskammer 31 zwischen den Spiralwänden 30a und 40c ausgebildet werden. Diese beiden Arbeitskammern 21 und 31 sind zur Verhinderung einer Kommunikation zwischen ihnen durch die Basisplatte 40a der beweglichen Spirale 40 voneinander isoliert, wobei die bewegliche Spirale 40 abgedichtet zwischen den zusammengebauten stationären Spiralen 20 und 30 angeordnet ist. In der stationären Spirale 20 des Kompressors C sind eine Einlaßöffnung 22 und eine Auslaßöffnung 23 vorgesehen, während der Regenerator E in der stationären Spirale 30 eine Einlaßöffnung 32 sowie eine Auslaßöffnung 33 aufweist, wobei die Öffnungen zu vorbestimmten Phasen in Kommunikation mit der äußeren Umgebung und dem Mittelbereich der Arbeitskammer 21 und 31 sind.

Als nächstes wird der oben erwähnte Mechanismus zur Verhinderung einer Selbstrotation beschrieben. Eine Mehrzahl von Hilfskurbelwellen 17 ist rund um die Motorausgangswelle Mc herum angeordnet, wobei jede Kurbelwelle einen Hilfskurbelabschnitt 17a mit einer Exzentrizität aufweist, die gleich derjenigen des Kurbelabschnitts 14 ist. Jede Kurbelwelle ist drehbar von Lagern 16 abgestützt. Schließlich stützen die jeweiligen Hilfskurbelabschnitte 17a die bewegliche Spirale 40 über Lager 18 ab.

Der erfindungsgemäß Anwendung findende Mechanismus zur Verhinderung einer Selbstrotation im Spiralkompressor C und Spiralregenerator E ist jedoch nicht auf die hier beschriebene spezielle Ausführungsform beschränkt.

Das am meisten charakteristische Konstruktionsmerkmal der Erfindung wird nunmehr im Zusammenhang mit Fig. 3 und 4 beschrieben.

Fig. 3 zeigt die Arbeitskammer 21, die zwischen der beweglichen Spiralwand 40b und der stationären Spiralwand 20b ausgebildet ist. Diese beiden Spiralwände stehen aufgrund der orbitalen Bewegung der beweglichen Spiralwand 40b innerhalb des Kompressors C in gegenseitigem Eingriff. Die Fig. 3 zeigt den Zeitpunkt, zu welchem die Einlaßluft gerade in der Arbeitskammer eingeschlossen wurde; d. h. ein Teil der Arbeitskammer 21 befindet sich in einem Zustand, in welchem das Kammervolumen am weitesten außen liegt. Ein anderer Teil der Arbeitskammer 21 befindet sich in einem Stadium, in welchem das Kammervolumen am weitesten innen liegt, bereits graduell reduziert ist und einen Punkt erreicht hat, direkt bevor die Arbeitskammer 21 in Verbindung mit der Auslaßöffnung 23 ist. Fig. 4 zeigt die bewegliche Spiralwand 40c und die stationäre Spiralwand 30a, welche die Arbeitskammer 31 des Regenerators E bilden. Jede der Spiralwände 40c und 30a hat eine Anzahl von Windungen, die um 1/4 Windungen kleiner als diejenigen des Kompressors C ist, so daß das Druckverhältnis (Expansionsverhältnis) des Regenerators E relativ zum Kompressor C in angemessener Weise reduziert ist und ein Druckverlust in der Brennstoffzelle 1 kompensiert werden kann. Die Fig. 4 zeigt insbesondere die Arbeitskammer 31 im Zustand direkt bevor das Abgas über die Auslaßöffnung 33 entspannt wird, während das Kammervolumen aufgrund der Expansion des eingeführten Abgases allmählich anwächst. Die Differenz zwischen dem am weitesten außen gelegenen Kammervolumen des Kompressors C und dem am weitesten außen gelegenen Kammervolumen des Regenerators E ergibt sich deutlich aus einem Vergleich von Fig. 3 mit Fig. 4. Auch wird, wie ebenfalls aus Fig. 3 hervorgeht, in einem Stadium das Volumen der Arbeitskammer 21 zu einem Minimum gemacht, das gerade vor dem Luftausstoß liegt; d. h. der zeitliche Verlauf oder die zeitliche Einstellung, zu welchem die Drehmomentänderung des Kompressors C einen Scheitelwert erreicht, koinzidiert in der Phase im wesentli-

chen mit dem Zustand, zu welchem das eingeleitete Abgas in der Arbeitskammer 31 eingeschlossen ist, die dann das am weitesten innen gelegene Volumen hat, was derjenige Punkt der Zeiteinstellung ist, an dem die Drehmomentänderung des Regenerators E einen Scheitelwert erreicht. Auf diese Weise wird die Leistung- oder Kraftübertragung zwischen dem Regenerator E und dem Kompressor C weiterhin erleichtert.

Somit wird die Prozeßluft, die durch die Wirkung des vom Motor M angetriebenen Kompressors C auf einen vorgegebenen Druck gebracht ist, durch die Luft einspeisung 2 dem Anodenraum der Brennstoffzelle 1 zugeführt, und in der Prozeßluft enthaltener Sauerstoff reagiert mit dem in den Kathodenraum in ähnlicher Weise eingeleiteten Wasserstoff, so daß durch die entstehende Reaktion Wasser und Wärme sowie auch elektrische Energie erzeugt werden. Dann wird das Abgas, welches reich an Wasser ist und aus jener Reaktion resultiert, aus der Brennstoffzelle 1 abgegeben. Nachdem die Feuchtigkeit an dem in der Luftauslaßleitung 3 vorgesehenen Wasserabtrenntank 4 aus dem Abgas entfernt ist, wird dieses in den Regenerator E eingeleitet, um die im Abgas verbliebene Druckenergie zurückzugewinnen, während das abgetrennte und aufgesammelte Wasser über den Wassereinspeisweg 5 einem Wasserinjektor 24 des Kompressors C zugeleitet wird, um auf diese Weise sowohl die Prozeßluft anzufeuchten wie auch den Kompressor C selbst zu kühlen und zu schmieren.

Wie oben beschrieben, hat die Anordnung, bei welcher der Kompressor C und der Regenerator E, die beiden Spiralapparate sind, dadurch miteinander kombiniert sind, daß sie die bewegliche Spirale 40 gemeinsam haben, nämlich eine Reihe von Antriebsmechanismen, die aus einem Luftzufuhrmechanismus einschließlich dem Motor M und dem Kraftunterstützungsmechanismus bestehen, eine möglichst kleine axiale Gesamtlänge, die zu einer Einfachheit in der Konstruktion führt, wie sie für das Brennstoffzellensystem eines Fahrzeuges besonders geeignet ist. Auch ist eine solche Anordnung deswegen besonders günstig, weil der Kompressor C im hohen Maße dafür geeignet ist, mit Wasser gekühlt und geschmiert zu werden. Ein Druckverlust der Prozeßluft, wie er in der Brennstoffzelle 1 auftritt, ist jedoch niemals vernachlässigbar, wenn eine Kraftunterstützung für den Kompressor C dadurch ausgeführt wird, daß man den auf der gleichen Welle angeordneten Regenerator E ausnutzt. Dies heißt, wenn ein solcher Druckverlust nicht in Rechnung gestellt wird, falls ein Druckverhältnis im Kompressor C und der Regenerator E ausgewählt wird, könnte das in den Regenerator E eingeführte Abgas übermäßig auf einen unteratmosphärischen Druck expandieren und zusätzliche Leistung verbrauchen. Im Gegensatz hierzu wird erfindungsgemäß, wie aus einem Vergleich der Fig. 3 und 4 hervorgeht, das Druckverhältnis (Expansionsverhältnis) des Regenerators E so bestimmt, daß es kleiner als dasjenige des Kompressors C ist, und zwar um einen Betrag, der dem Druckverlust in der Brennstoffzelle 1 entspricht. Infolgedessen ist es möglich, eine übermäßige Expansion des Abgases auf subatmosphärischen Druck vollständig zu vermeiden, mit anderen Worten: Der Nachteil, der darin besteht, daß die Rotation des Regenerators E ein negatives Drehmoment auf die Motorausgangswelle Mc überträgt, entfällt. Wie aus Fig. 3 hervorgeht, sind auch die beweglichen Spiralen des Kompressors C und des Regenerators E in Phase angeordnet, so daß ein Zeitpunkt gerade bevor dem Ausstoßen der Luft aus der Arbeitskammer 21 und bevor die Drehmomentänderung des Kompressors C einen Scheitelwert erreicht, im allgemeinen mit dem Zeitpunkt zusammenfällt, zu welchem das eingeführte Abgas in der Arbeitskammer 31 eingeschlossen ist und auch die Drehmomentänderung des Regenerators E ei-

nen Scheitelwert erreicht, wodurch die Kraftübertragung zwischen den beiden Maschinen C und E weiterhin erleichtert ist. Wie im einzelnen oben beschrieben, wird erfindungsgemäß, da der Kompressor und der Regenerator, bei denen es sich jeweils um Spiralapparate handelt, unter Verwendung einer gemeinsamen beweglichen Spirale einstückig miteinander gekoppelt sind, die axiale Gesamtlänge einschließlich dem Motor extrem klein, der Aufbau ist signifikant vereinfacht und Axialbelastungen, die an die bewegliche Spirale angelegt werden, sind in vernünftiger Weise gegeneinander versetzt.

Insbesondere bei der Anordnung, bei welcher das Druckverhältnis des Regenerators so ausgewählt ist, daß es den Druckverlust der Prozeßluft in der Brennstoffzelle kompensiert, überträgt der Regenerator niemals ein negatives Drehmoment auf die Motorausgangswelle, so daß der Antriebsstrom des Motors wirksam herabgesetzt ist. Bei derjenigen Anordnung, bei welcher aus dem Abgas abgetrenntes Wasser direkt dem Injektor des Kompressors zugeführt wird, ist es möglich, nicht nur die Prozeßluft anzufeuchten, sondern auch den Kompressor selbst zu kühlen und zu schmieren. Weiterhin es ist bei der Anordnung, bei welcher die Scheitelwerte der Drehmomentänderung des Kompressors und des Regenerators im allgemeinen miteinander zusammenfallen, möglich, den Kompressor mit höherer Wirksamkeit zu unterstützen.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem mit:  
einer Brennstoffzelle (1), die eine Luft einspeisung (2) und eine Gasauslaßleitung (3) aufweist;  
einem in der Luft einspeisung angeordneten Spiral-kompressor (C), der eine stationäre Spirale (20, 20a) und eine bewegliche Spirale (40) einschließt;  
einem in der Gasauslaßleitung angeordneten Spiralregenerator (E), der eine stationäre Spirale (30, 30a) und eine bewegliche Spirale (40) einschließt;  
einem Motor (M) mit einer Ausgangswelle (Mc); wobei die bewegliche Spirale des Kompressors (C) mit der beweglichen Spirale des Regenerators (E) in der Weise einstückig ausgebildet ist, daß die bewegliche Spirale des Kompressors und die bewegliche Spirale des Regenerators eine gemeinsame Basisplatte (40a) haben und eine erste Spiralwand (40b) auf der einen und eine zweite Spiralwand (40c) auf der gegenüberliegenden Seite dieser Basisplatte verlaufen; und wobei die erste Spiralwand (40b) mit der stationären Spirale (20a) des Kompressors und die zweite Spiralwand (40c) mit der stationären Spirale (20a) des Regenerators in Eingriff sind; und wobei die gemeinsame Basisplatte (40a) an die Ausgangswelle (Mc) des Motors (M) angekoppelt ist.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei dem das Druckverhältnis des Regenerators (E) um einen Betrag, der dem Druckverlust des Gases in der Brennstoffzelle (1) entspricht, kleiner als dasjenige des Kompressors (C) ist.
3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei dem weiterhin in der Gasauslaßleitung (3) ein Wasserabtrenntank (4) mit einem Wasserspeicherteil und im Kompressor (C) eine Wassereinspritzeinrichtung (24) vorgesehen sind, wobei eine Wassereinspeisung (5) den Wasserspeicherteil mit der Wassereinspritzeinrichtung verbindet.
4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei dem die bewegliche Spirale (40b) des Kompressors (C) und

die bewegliche Spirale (40c) des Regenerators (E) derart angeordnet sind, daß der zeitliche Verlauf des Scheitelwerts der Drehmomentänderung des Kompressors im wesentlichen in Phase mit dem zeitlichen Verlauf des Scheitelwerts der Drehmomentänderung des Regenerators ist. 5

5. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei dem das relative Druckverhältnis des Kompressors (C) zum Regenerator (E) durch die Anzahl der Windungen der beweglichen Spiralwände (40b, 40c) auf der beweglichen Spirale (40) von Kompressor und Regenerator bestimmt oder gesteuert ist. 10

6. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei dem der Motor (M) ein Gehäuse (13), einen Stator (Mb) und einen mit seiner Ausgangswelle (Mc) verbundenen Rotor (Ma) umfaßt und die stationäre Spirale (20) des Kompressors (C) und die stationäre Spirale (30) des Regenerators (E) am Gehäuse (13) befestigt sind. 15

7. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei dem die gemeinsame Basisplatte (40a) der beweglichen Spirale (20, 30) vom Kompressor und Regenerator über ein exzentrisches Kurbelglied (14) und ein Lager (15) an ein Ende der Motorausgangswelle (Mc) angekoppelt ist. 20

8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Mechanismus (17, 17a), der eine Selbstdrehung der gemeinsamen Basisplatte (40a) der beweglichen Spiralen (20, 30) von Kompressor und Regenerator verhindert. 25

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

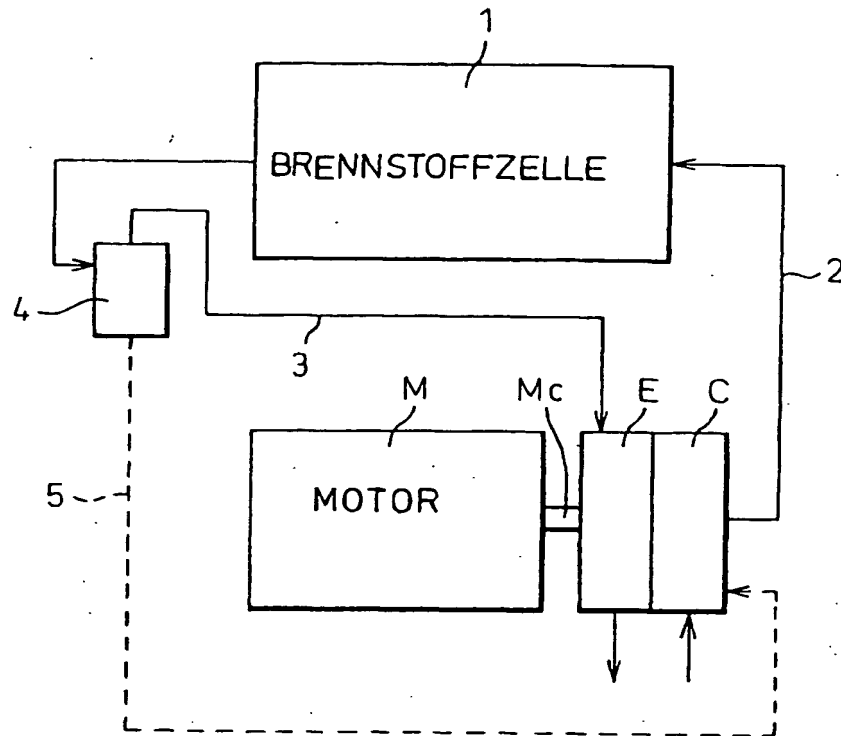




Fig. 3

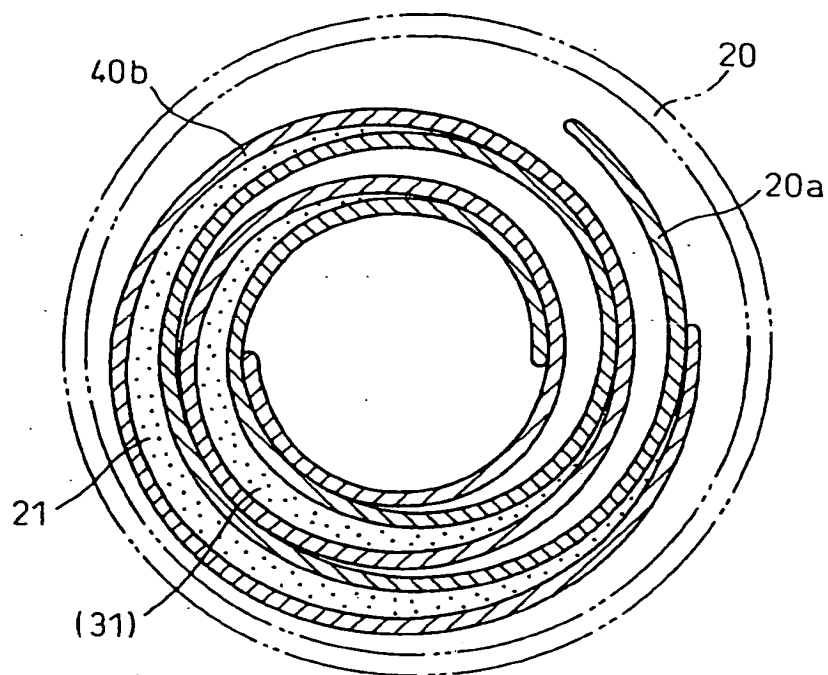




Fig. 4

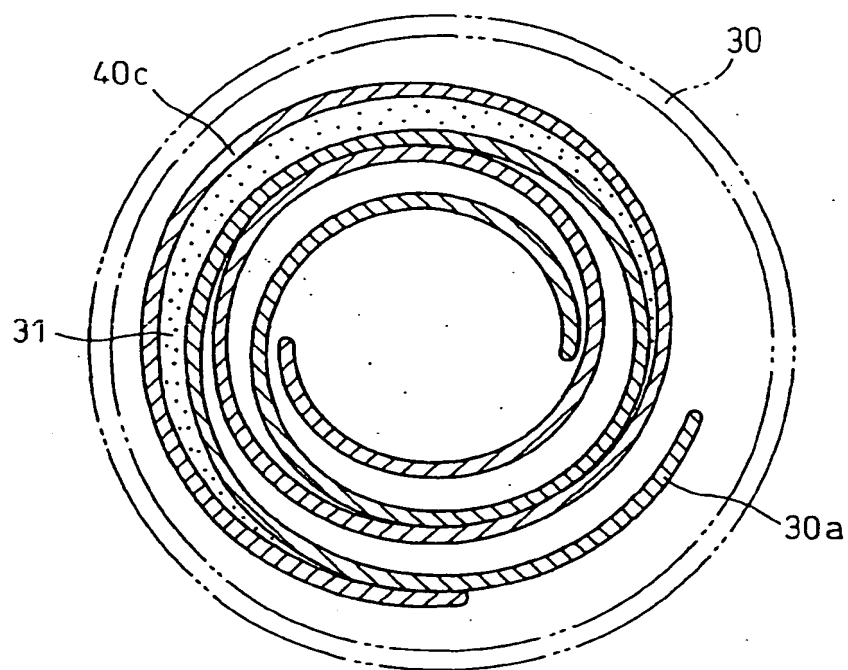


Fig. 5

